

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-208344

(43)Date of publication of application : 08.08.1995

(51)Int.Cl.

F04B 49/00

F02D 29/04

(21)Application number : 06-315414

(71)Applicant : CATERPILLAR INC

(22)Date of filing : 20.12.1994

(72)Inventor : LUKICH MICHAEL S

(30)Priority

Priority number : 93 173453

Priority date : 23.12.1993

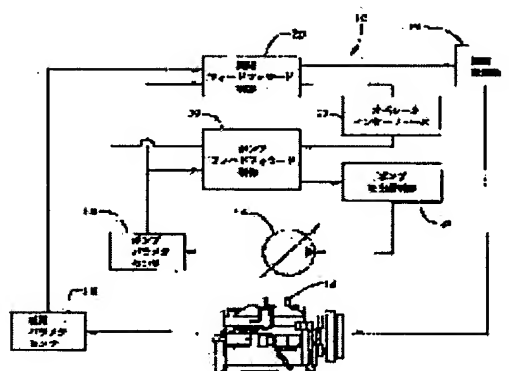
Priority country : US

## (54) HYDRAULIC POWER CONTROLLER

(57)Abstract:

PURPOSE: To give an instruction for the maximum power output by providing a response device controlling a hydraulic pressure to minimize engine speed undershoot and vibration.

CONSTITUTION: A pump parameter sensor 16 and an engine parameter sensor 18 generate parameter signals, which are input in an engine feed forward controller 20 and a pump feed forward controller 22. The engine feed forward controller 20 supplies an input to an engine governor 24, which changes an amount of fuel injected into an internal combustion engine 12 in response to an input for it. The pump feed forward controller 22 supplies an input to a pump discharge amount controller 26, which controls a discharge amount of a variable discharge amount hydraulic pump 14 in response to an input for it. Engine speed undershoot and vibration can be reduced more effectively by this device in response to sensed load increasing above usable power due to the integration of the controllers and sensed parameters.



BEST AVAILABLE COPY

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

18.09.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-208344

(43) 公開日 平成7年(1995)8月8日

(51) IntCl.<sup>6</sup>

F 0 4 B 49/00

F 0 2 D 29/04

識別記号

3 4 1

庁内整理番号

H

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数29 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平6-315414

(22) 出願日 平成6年(1994)12月20日

(31) 優先権主張番号 0 8 / 1 7 3 4 5 3

(32) 優先日 1993年12月23日

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 391020193

キャタピラー インコーポレイテッド  
CATERPILLAR INCORPORATED

アメリカ合衆国 イリノイ州 61629-  
6490 ビオーリア ノースイースト アダ  
ムス ストリート 100

(72) 発明者 マイケル エス ルキチ

アメリカ合衆国 イリノイ州 61523 チ  
ラコシ ノース シクウォイア カーヴ  
20806

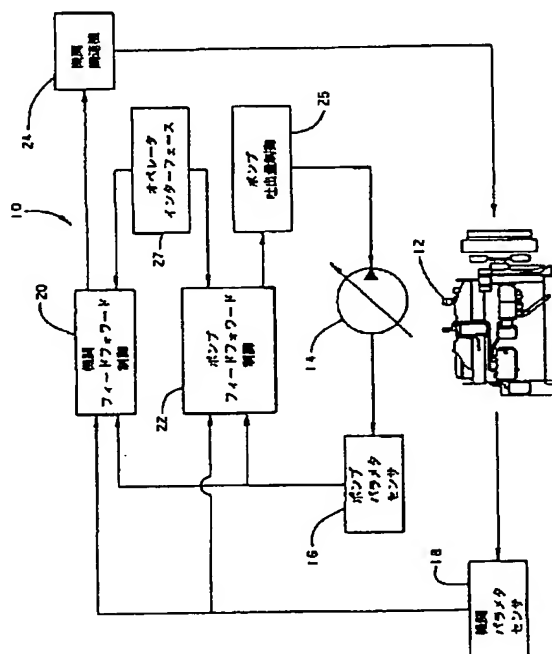
(74) 代理人 弁理士 中村 稔 (外6名)

(54) 【発明の名称】 液圧動力制御装置

(57) 【要約】

【目的】 内燃機関によって駆動される液圧ポンプを有する液圧装置の制御装置を制御して液圧装置が動作中に機関ラグを制御する方法及び装置を提供することである。

【構成】 1もしくはそれ以上の液圧装置動作パラメタのレベルにตอบสนองしてパラメタ信号を発生する1もしくはそれ以上のセンサを含む。制御装置はこれらのパラメタ信号を受信し、それらにตอบสนองして機関ラグを制御するために使用される補足制御信号を発生する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 機関及び可変吐出量ポンプを有する液圧装置を制御する装置であって、  
各々が可変吐出量ポンプに接続されてポンプ動作パラメタレベルを感知し、それに応答してポンプ信号を発生する1もしくはそれ以上のポンプセンサと、  
燃料信号を発生する電子ガバナ制御装置を含み、機関内へ噴射される燃料の量を制御する燃料制御手段と、  
1もしくはそれ以上のポンプセンサからポンプ信号を受信し、それらに応答して上記ポンプ信号を処理して補足燃料信号を発生する、比例、積分、微分型の制御装置である機関フィードフォワード制御手段と、  
上記燃料信号と上記補足燃料信号とを組合わせて補足された燃料信号を発生する手段とを備えていることを特徴とする液圧装置を制御する装置。

【請求項2】 各々が機関に接続されていて機関動作パラメタレベルを感知し、それに応答して機関信号を発生する1もしくはそれ以上のポンプセンサを含み、上記機関フィードフォワード制御手段は上記ポンプ信号と上記機関信号とに応答して上記補足燃料信号を発生する請求項1に記載の装置。

【請求項3】 上記電子ガバナ制御装置は、比例、積分、微分型制御装置を含む請求項1に記載の装置。

【請求項4】 機関及び可変吐出量ポンプを有する液圧装置を制御する装置であって、  
各々が可変吐出量ポンプに接続されてポンプ動作パラメタレベルを感知し、それに応答してポンプ信号を発生する1もしくはそれ以上のポンプセンサと、  
上記1もしくはそれ以上のポンプセンサからポンプ信号を受信し、それらに応答して上記ポンプ信号を処理して補足燃料信号を発生する、比例、積分、微分型の制御装置である機関フィードフォワード制御手段と、  
上記補足燃料信号を受信し、それに応答して機関内へ噴射される燃料の量を変更する、機関内へ噴射される燃料の量を制御する燃料制御手段と、  
上記ポンプ信号を受信し、上記ポンプ信号に応答して補足吐出量信号を発生するポンプフィードフォワード制御手段と、  
上記ポンプフィードフォワード制御手段から上記補足吐出量信号を受信し、それらに応答して可変吐出量ポンプの吐出量を制御するポンプ制御手段とを備えていることを特徴とする液圧装置を制御する装置。

【請求項5】 機関速度を感知し、それに応答して機関速度信号を発生する速度感知手段と、  
上記機関速度信号に応答してアンダースピード命令を発生するアンダースピード制御手段とを含み、上記ポンプ制御手段は上記アンダースピード命令を受信し、それに応答して可変吐出量ポンプの吐出量を制御する請求項4に記載の装置。

【請求項6】 上記1もしくはそれ以上のポンプセンサ

は、可変吐出量ポンプの吐出圧を感知する手段を含む請求項4に記載の装置。

【請求項7】 上記ポンプは斜板を含み、上記1もしくはそれ以上のポンプセンサは可変吐出量ポンプの斜板の位置を感知する手段を含む請求項6に記載の装置。

【請求項8】 各々が機関に接続されていて機関動作パラメタレベルを感知し、それらに応答して機関信号を発生する1もしくはそれ以上の機関センサを含み、上記機関フィードフォワード制御手段は上記機関信号と上記ポンプ信号とに応答して上記補足燃料信号を発生する請求項4に記載の装置。

【請求項9】 各々が機関に接続されていて機関動作パラメタレベルを感知し、それらに応答して機関信号を発生する1もしくはそれ以上の機関センサを含み、上記ポンプフィードフォワード制御手段は上記機関信号と上記ポンプ信号とに応答して上記補足吐出量信号を発生する請求項4に記載の装置。

【請求項10】 上記機関フィードフォワード制御手段は、上記機関信号と上記ポンプ信号とに応答して上記補足燃料信号を発生するようにした請求項9に記載の装置。

【請求項11】 上記1もしくはそれ以上のポンプセンサはポンプの吐出圧を感知する手段を含み、上記1もしくはそれ以上の機関センサは機関のブースト圧を感知する手段を含み、上記ポンプフィードフォワード制御手段は吐出圧とブースト圧とに応答して上記補足吐出量信号を発生する請求項8に記載の装置。

【請求項12】 上記1もしくはそれ以上のポンプセンサはポンプの吐出圧を感知する手段を含み、上記1もしくはそれ以上の機関センサは機関速度を感知する手段を含み、上記機関フィードフォワード制御手段は吐出圧と機関速度とに応答して上記補足燃料信号を発生する請求項8に記載の装置。

【請求項13】 上記1もしくはそれ以上のポンプセンサはポンプの吐出圧と斜板位置とを感知する手段を含み、上記1もしくはそれ以上の機関センサは機関の速度とブースト圧とを感知する手段を含み、上記ポンプフィードフォワード制御手段は吐出圧とブースト圧とに応答して上記補足吐出量信号を発生し、上記機関フィードフォワード制御手段は吐出圧と、斜板位置と、機関速度とに応答して上記補足燃料信号を発生する請求項8に記載の装置。

【請求項14】 可変吐出量液圧ポンプ及び所望の動作速度を有する機関を含む液圧装置を制御する装置であって、  
各々が可変吐出量ポンプに接続されて可変吐出量ポンプの荷重を感知し、それに応答して荷重信号を発生する1もしくはそれ以上のポンプセンサと、  
燃料信号を発生する手段を含み、機関内へ噴射される燃料の量を制御する燃料制御手段と、

3

上記1もしくはそれ以上のポンプセンサから荷重信号を受信し、それらにตอบสนองして上記荷重信号を処理して補足燃料信号を発生する機関フィードフォワード制御手段とを備え、上記燃料制御手段は上記補足燃料信号を受信し、それらにตอบสนองして上記補足燃料信号と上記燃料信号とを組合わせて補足された燃料信号を発生し、上記補足された燃料信号は所望の動作速度を得るために機関が要求する燃料の量に対応することを特徴とする液圧装置を制御する装置。

【請求項15】 上記機関フィードフォワード制御手段は、比例、積分、微分制御装置を含む請求項14に記載の装置。

【請求項16】 上記1もしくはそれ以上のポンプセンサは、ポンプの吐出圧を感知する手段を含む請求項14に記載の装置。

【請求項17】 可変吐出量液圧ポンプ及び機関を含む液圧装置を制御する装置であって、各々が可変吐出量ポンプに接続されて可変吐出量ポンプの荷重を感知し、それらにตอบสนองして荷重信号を発生する1もしくはそれ以上のポンプセンサと、燃料信号を発生する手段を含み、機関内へ噴射される燃料の量を制御する燃料制御手段と、

上記1もしくはそれ以上のポンプセンサから荷重信号を受信して上記荷重信号を処理し、所望のポンプ馬力が使用可能な機関動力を超えることが予測される過荷重状態を表す係数を含む補足制御信号を発生する制御手段と、上記補足制御信号にตอบสนองして液圧装置の動作を変更する先行予測制御手段とを備えていることを特徴とする液圧装置を制御する装置。

【請求項18】 上記可変吐出量ポンプの吐出量を制御する手段を含み、上記先行予測制御手段は上記補足制御信号にตอบสนองして上記可変吐出量ポンプの吐出量を変更する手段を含む請求項17に記載の装置。

【請求項19】 上記先行予測制御手段は、上記補足制御信号にตอบสนองして上記燃料信号を変更する手段を含む請求項17に記載の装置。

【請求項20】 可変吐出量液圧ポンプ及びターボチャージャを有する機関を有する液圧装置を制御する装置であって、周囲圧力を感知し、それらにตอบสนองして周囲圧力信号を発生する大気圧センサと、上記ターボチャージャ内のブースト圧を感知し、それらにตอบสนองしてブースト信号を発生するブーストセンサと、上記ブースト信号及び周囲圧力信号を受信し、上記ブースト信号及び周囲圧力信号にตอบสนองして補足吐出量信号を発生するポンプ制御装置と、ポンプフィードフォワード制御手段から上記補足吐出量信号を受信し、それらにตอบสนองして上記可変吐出量液圧ポンプの吐出量を制御する手段とを備えていることを特徴とする液圧装置を制御する装置。

4

【請求項21】 機関及び可変吐出量ポンプを有する液圧装置を制御する装置であって、

可変吐出量ポンプに接続されていて可変吐出量ポンプから出て行く流体の吐出圧を感知し、それらにตอบสนองして吐出信号を発生する吐出センサと、

機関内に噴射される燃料の量を制御する燃料制御手段と、

吐出信号を受信し、吐出信号を処理して補足燃料信号を発生する機関フィードフォワード制御手段とを備え、上記機関フィードフォワード制御手段は液圧装置が動作中は実質的に連続して活動し、上記燃料制御手段は上記補足燃料信号を受信し、それらにตอบสนองして機関内へ噴射される燃料の量を変更することを特徴とする液圧装置を制御する装置。

【請求項22】 上記燃料制御手段は、電子燃料噴射装置を含む請求項21に記載の装置。

【請求項23】 上記可変吐出量ポンプの吐出量を感知し、それらにตอบสนองして吐出量信号を発生する吐出量センサを含み、上記機関フィードフォワード制御手段は上記吐出信号と上記吐出量信号とにตอบสนองして上記補足燃料信号を発生する請求項21に記載の装置。

【請求項24】 機関及び可変吐出量ポンプを有する液圧装置を制御する装置であって、

機関に接続されているターボチャージャと、

ターボチャージャブースト圧を感知し、それらにตอบสนองしてブースト信号を発生するブーストセンサと、

液圧装置が動作中は実質的に連続して活動し、上記ブースト信号を受信し、上記ブースト信号にตอบสนองして補足吐出量信号を発生するポンプフィードフォワード制御手段と、

上記ポンプフィードフォワード制御手段から上記補足吐出量信号を受信し、それらにตอบสนองして可変吐出量液圧ポンプの吐出量を制御する手段とを備えていることを特徴とする液圧装置を制御する装置。

【請求項25】 機関及び可変吐出量ポンプを有する液圧装置を制御する装置であって、

可変吐出量ポンプに接続されていてポンプ動作パラメタを感知し、それらにตอบสนองしてポンプ信号を発生する1もしくはそれ以上のポンプセンサと、

機関内へ噴射される燃料の量を制御する燃料制御手段と、

液圧装置が動作中は実質的に連続して活動し、上記ポンプ信号を受信し、上記ポンプ信号を処理して補足燃料信号を発生する機関フィードフォワード制御手段とを備え、上記燃料制御手段は上記補足燃料信号を受信し、それらにตอบสนองして機関内へ噴射される燃料の量を変更することを特徴とする液圧装置を制御する装置。

【請求項26】 可変吐出量液圧ポンプ及び所望量のラグを有する機関を含む液圧装置を制御する方法であって、

50 て、

可変吐出量ポンプに加わる荷重を感知し、それに応答して荷重信号を発生する段階と、  
 機関内へ噴射される燃料の量を制御する段階と、  
 上記荷重信号を処理して補足燃料信号を発生する段階と、  
 上記補足燃料信号とラック信号とを組合わせて補足されたラック信号を発生する段階とを備え、上記補足されたラック信号は、所定のラグ量に対応する所望の動作速度を得るために機関が要求する燃料の量に対応していることを特徴とする液圧装置を制御する方法。

【請求項27】 可変吐出量液圧ポンプ及び機関を含む液圧装置を制御する方法であって、  
 可変吐出量ポンプに加わる荷重を感知し、それに応答して荷重信号を発生する段階と、  
 機関内へ噴射される燃料の量を制御する段階と、  
 上記荷重信号を処理し、ポンプ荷重が使用可能な機関動力を超えることが予測される過荷重状態を表す係数を含む補足制御信号を発生する段階と、  
 上記補足制御信号に応答して液圧装置の動作を変更する段階とを備えていることを特徴とする液圧装置を制御する

方法。  
 【請求項28】 上記補足制御信号に応答して可変吐出量ポンプの吐出量を制御する段階を含む請求項27に記載の方法。

【請求項29】 上記補足制御信号に応答して機関内へ噴射される燃料の量を変更する段階を含む請求項27に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、一般的には液圧装置の制御装置に関し、特定的には感知したパラメタに応答して装置動作を変更する液圧制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 液圧で制御される装置を有する大きい建設機械は、内燃機関によって駆動される1もしくはそれ以上の可変吐出量液圧ポンプを含むことが多い。オペレータが1もしくはそれ以上のレバー、または他の入力装置を通して液圧で制御される装置を操作すると、液圧装置はそれに応答して液圧流体の流れを適切な液圧回路へ導く。従って、オペレータは適切な入力装置を操作することによって、装置を所望の方向へ規定された速度で運動させ、所望量の力を加えることを要求する。要求された液圧努力が増加するにつれて液圧制御装置は、流体の流量を増加させるように可変吐出量液圧ポンプの吐出量を増加させる。液圧ポンプを駆動するのに必要な回転力（もしくはトルク）の量は圧力及び流量の関数であるから、流量及び圧力が増加するにつれて内燃機関にはより大きい荷重が加わる。従って、機関荷重は流体の流量及び圧力の関数である。多くの動作状態の下では、液圧動力（もしくはパワー）の量は、その機関速度において発

生可能な機関の動力の量を超える。このような事態が発生すると、機関の回転速度はそのラグ曲線すなわち負荷対回転数曲線に沿って低下する。この状態は当分野においては機関ラグ(lag)として公知である。もし要求された動力が高過ぎれば、極端な場合には機関は実際に失速しかねない。

【0003】 熟練したオペレータは、機関速度の低下を感知すると機関の失速を回避するために典型的には液圧装置が要求する動力の量を減少させる。この動作は機関の失速を回避するが、熟練したオペレータでさえ補償し過ぎてしまうために、装置が真に遂行できる液圧作業の量を不必要に低下させることになる。その結果、機械の生産性が低下する。機関ラグ中に燃料混合体の燃焼効率が低下し始め、その結果排出物質が過渡的に増加し、燃料の経済性が低下する。従って、排出物質及び燃料消費を低下させるには機関ラグを排除することが望ましい。しかしながら機関ラグは、機関が最高の能力で動作中であることを指示するので、オペレータにとってはある程度の機関ラグが望まれる。機関ラグがないと、オペレータは最大の作業量を遂行しつつあることを認識することが極めて困難になる。従って排出物質及び燃料消費を制限しながら最大の作業努力がなされていることを指示するためには、ラグの程度を管理しなければならない。従来の制御装置は、全ての関連パラメタを含んでいないことから、この問題に完全に取り組んではいなかった。典型的な液圧装置は複雑であり、動作状態を指示することができる感知可能な多くのパラメタを含んでいる。制御装置の分野においては公知のように、もし制御アルゴリズムに若干のキーパラメタを使用すれば、総合装置をより効率的に、且つより効果的に制御することができる。

【0004】 従来の液圧装置制御装置は、多くの使用可能な感知されたパラメタを使用して機関速度を制御するように完全に統合されてはいなかった。例えば、若干の従来技術装置は機関速度のみに応答して、もしくは吐出圧のみに応答して各シリンダ内に噴射される燃料の量を制御するが、これらの両パラメタに同時に応答することはない。ターボチャージャブースト圧とポンプ斜板（もしくはスワッシャ）吐出量の両方もしくは何れか一方を使用する従来技術は存在していない。同様に、ポンプ吐出量を変更するのに機関速度のずれ、及びポンプ吐出圧には応答させているが、ブースト圧は無視していた。これらの装置は程々に効果的ではあるが、これらの装置が装置効率を最大にすることはなく、機関速度、及びポンプ吐出量のオーバーシュート及び振動の両方もしくは何れか一方の問題に起因して、機関速度の精密な制御を困難にしている。図1を参照する。理想的な機関アンダースピード制御装置は、機関ラグを完全に排除して機関速度が実質的に決してS1以下に降下しないようにするか、もしくは、オーバーシュート及び振動を最小にしな

まで直接降下することを可能にする。機関速度のような 1 つの感知したパラメタだけを使用する比較的単純な装置ではオーバーシュート及び振動は典型的に極めて大きく、最初の段階で S1 から S3 まで降下するプロットによって表される。キー装置パラメタの測定が多い程、また制御をこれらのパラメタにより多く応答せしめる程、オーバーシュート及び振動をより減少させることができる。中間の装置は、初めの段階で S1 から S2 まで降下し、最後に S0 に落ちつくプロットによって示されている。上述したように S0 は、燃料消費を低下させず、また排出物質を大きく増加させることなく最高の動力出力の指示を与えるレベルに選択することができる。

【0005】本発明は上述した諸問題の 1 もしくはそれ以上を解消することを目的としている。

【0006】

【発明の開示】本発明は、液圧装置馬力要求が機関の能力を超えた時に、機関速度アンダーシュート及び振動を最小にするように液圧装置を制御する順応性のある応答装置を提供する。有利なことには、この改善された機関／ポンプ制御の調和により燃料消費及び排出物質は減少し、オペレータ生産性が増大する。本発明の一面においては、機関と、可変吐出量ポンプとを有する液圧装置を制御する装置が提供される。本装置は、各々が可変吐出量ポンプに接続されていてポンプ動作パラメタレベルを感知し、それらにตอบสนองしてポンプ信号を発生する 1 もしくはそれ以上のポンプセンサと、シリンダ内へ噴射される燃料の量を制御する機関調速機と、上記 1 もしくはそれ以上のポンプセンサからポンプ信号を受信し、それらにตอบสนองしてポンプ信号を処理して補足燃料信号を発生する機関速度フィードフォワード制御装置とを含む。機関調速機は、この補足燃料信号にตอบสนองして機関内へ噴射される燃料の量を変更する。本発明の別の面においては、機関と、可変吐出量ポンプとを有する液圧装置を制御する装置が提供される。本装置は、各々が可変吐出量ポンプに接続されていて可変吐出量ポンプに加わる荷重を感知し、それらにตอบสนองして荷重信号を発生する 1 もしくはそれ以上のポンプセンサと、機関内へ噴射される燃料の量を制御する機関燃料制御装置と、上記 1 もしくはそれ以上のポンプセンサから荷重信号を受信し、それらにตอบสนองして上記荷重信号を処理して液圧動力要求が使用可能な機関動力を超えることが予測される過荷重状態を表す係数を含む補足制御信号を発生する制御装置と、上記補足制御信号にตอบสนองして液圧装置の動作を変更する先行予測制御装置とを含む。

【0007】本発明の別の面においては、機関と、可変吐出量ポンプとを有する液圧装置を制御する装置が提供される。本装置は、ターボチャージャ内のブースト圧を感知し、それらにตอบสนองしてブースト信号を発生するブーストセンサと、ブースト信号を受信し、ブースト信号にตอบสนองして補足斜板吐出量信号を発生するポンプ制御装置

と、ポンプフィードフォワード制御装置から補足吐出量信号を受信し、それらにตอบสนองして可変吐出量液圧ポンプの吐出量を制御する回路とを含む。本発明は、以下の説明及び添付図面の詳細な検討から明白になる他の特色及び長所を含む。

【0008】

【実施例】図 2 に、液圧動力制御装置全体を 10 で示す。例えば液圧掘削機のような大きい建設機械は、典型的には、1 もしくはそれ以上の可変吐出量液圧ポンプ 14 を公知の手法で駆動する内燃機関 12 を含む。内燃機関 12 がターボチャージャ（図示していない）を含み、また可変吐出量液圧ポンプ 14 がポンプ吐出量を変化させるために回転可能な斜板を含むと有利である。本発明によれば、液圧動力制御装置 10 は包括的に 16 で示すポンプパラメタセンサと、包括的に 18 で示す機関パラメタセンサとを含む。好ましい実施例ではポンプパラメタセンサ 16 は、液圧ポンプ 14 を去る作動流体の圧力を指示するポンプ吐出センサと、液圧ポンプ 14 の吐出量（斜板角度吐出量）を指示するポンプ吐出量センサとを含む。機関パラメタセンサ 18 は、ターボチャージャの下流の機関 12 の吸気マニホールドに配置されているブースト圧センサと、周囲大気圧センサと、機関速度センサとを含むことが好ましい。しかしながら、液圧パワー装置を効果的に制御するために他の組合せも使用可能である。好ましい実施例では機関速度センサは、クランク軸速度に比例する機関内の歯車歯の運動に感応する磁気ピックアップ装置である。ブースト圧、周囲大気圧、及び吐出圧センサは、感知した圧力レベルに比例するデューティサイクルを有する公知の型のパルス幅変調圧力センサであることが好ましい。斜板吐出量センサは、ポンプ吐出量を表す電圧信号を発生する線形差動可変変成器（SVD T）であることが好ましいが、リゾルバもしくは回転エンコーダのような他の回転装置も使用可能である。

【0009】1 又はそれ以上のポンプセンサ 16 及び機関センサ 18 がパラメタ信号を発生し、これらの信号は機関フィードフォワード制御装置 20 及びポンプフィードフォワード制御装置 22 へ入力される。機関フィードフォワード制御装置 20 は機関調速機 24 への入力を提供し、機関調速機 24 はそれへの入力にตอบสนองして内燃機関 12 内に噴射される燃料の量を変更する。ポンプフィードフォワード制御装置 22 はポンプ吐出量制御装置 26 への入力を提供し、ポンプ吐出量制御装置 26 はそれへの入力にตอบสนองして可変吐出量液圧ポンプ 14 の吐出量を制御する。制御装置と、感知されたパラメタとのこの統合によって、感知された荷重が使用可能な動力を超えたことにตอบสนองして装置をより効果的に動作させ、また機関速度のアンダーシュート及び振動を減少させることができる。例えば、ブースト圧をポンプフィードフォワード制御装置への入力として使用することによって、液圧



装置に加わる荷重が急激に増加した時に、ポンプ吐出量が増加する前にブースト圧を強めることが可能になる。もし最初にブースト圧を強めることができず荷重が鋭く増加すれば、荷重のサージが原因で、噴射される燃料の量に対する空気の量が不十分になるので排出物質が増加する。一般に、この状態に対してはタイミングが前進するので、燃焼温度が高められる。

【0010】同様に、吐出圧及びポンプ吐出量が機関フィードフォワード制御装置20によって使用され、液圧荷重が機関の最高動力出力を超えて増加することを先行予測する信号が機関調速機24へ供給される。両フィードフォワード制御装置20、22は機関速度によって補足され、制御は更に改善される。例えば、ポンプ応答を緩速にして急速な荷重の変化に機関を追随させ、それによって機関速度の振動的な応答を減少させることができる。好ましい実施例における機関速度及びポンプ吐出量フィードフォワード制御装置20、22は、制御装置の分野においては公知である比例、積分、及び微分(PID)型の制御装置である。一般的なPID制御装置を図3に示す。フィードフォワード制御装置に多くのセンサ入力が入力される場合には、それらの入力パラメタのためのそれぞれのPID制御機能が適切なデジタル低域通過雑音フィルタと共に並列に接続され、それぞれの出力が合計される。制御装置の各比例、積分、及び微分成分毎のそれぞれの係数は、公知のジグザ・ニコルス調整技術を使用して経験的に、もしくは根軌跡(root locus)及びボード設計方法を使用して解析的に何れかで決定する。後者の場合には、液圧動力装置の多くの異なる動作点において周波数応答測定を行い、情報のデータベースを生成してこのデータベースから信号解析器を使用して動的モデルを合成する。

【0011】伝達関数の群は装置の最良・最悪例開ループダイナミクスを記述している。好ましい実施例では、動的モデルは、被試験装置の最良及び最悪応答特性(伝達関数測定)の両方を使用する標準曲線近似技術によって求めている。各制御係数は、特定の液圧動力装置のために高度に最適化されている。PIDアルゴリズムの各比例、積分、及び微分成分は、必ずしも含む必要がないことを理解されたい。換言すれば、1もしくはそれ以上の成分が制御動作にそれ程寄与しないこと、従って計算の複雑さを最小にするためには制御から排除すべきであることを、上述した設計方法から決定することができる。制御法則及び係数の導出例として、入力が指令された設定であり、出力が機関速度であるような動的装置によって機関速度制御をモデル化することができる。入力信号は市販されている試験装置が発生する掃引符号関数であることが好ましい。機関速度応答特性を信号解析器に印加して開ループ伝達関数を発生させることができる。解析器によってこの伝達関数に曲線を近似させ、プロセスダイナミクスを記述する常微分方程式の係数を

求める。根軌跡及びボード設計方法を使用してPID利得を決定することができる。

【0012】同様に、ポンプ吐出圧の関数として機関速度をモデル化し、これらのパラメタ間の動的な関係を記述する伝達関数を求めることができる。機関速度及び指令された燃料噴射に関する情報を使用して、噴射される燃料の量をポンプ吐出圧の変化に応答して先行予測的に変更し、機関速度のアンダーシュートを最小にするようにPID制御を設計することができる。このようなPID制御は、液圧動力要求が実際に最高機関出力動力を超える前に到達する前に、噴射される燃料の量を増加せしめる。同様に、機関調速機は、荷重を段階的に変化せしめてその応答を求めることができる。この機関調速機応答特性は、機関速度を所与のレベルまで低下させるのに要した時間の長さのルックアップテーブルを作成するためにマップすることができる。ラグを完全に排除するのではなく、所定量のラグを許容するようにこのテーブルを制御アルゴリズムの設計に使用することができる。これはPID制御法則係数に変化を与えることによって達成することが好ましい。遅延の量は、吐出圧に伴う機関応答に相関する経験的な表データに応答して選択することが有利である。荷重の段階的な変化に追随するようにブースト圧を強めることを可能にするのに要する遅延も同様にして求め、荷重の急速な増加によってもたらされる過渡的な排出物質及び燃料の消費を減少させることができる。

【0013】オペレータがS0を選択できるようにするオペレータインタフェース27を含むことも有利である。オペレータインタフェース27は、所望の機関動作速度S0を表す信号を機関及びポンプ吐出量フィードフォワード制御装置20、22へ供給するポテンショメータに接続されているダイヤルもしくはレバーを含むことができる。PID制御の係数をオペレータインタフェース27からの信号に応答して変更し、所望の機関速度アンダーシュート及び安定時間特性を与えることができる。好ましい実施例では、これらの係数はルックアップテーブル内に含まれており、オペレータインタフェース27から受信することができる考え得る各信号もしくは信号の範囲に相関させている。図4及び5を参照してポンプ制御装置を説明する。制御機能はC言語を使用してプログラムされたモトローラ社製の16もしくは32ビットマイクロプロセッサ(図示してない)を使用してデジタル的に実現することが好ましい。機関速度センサ28が発生する信号は公知のようにして処理され、マイクロプロセッサによって処理できる機関速度を表す信号にされる。機関速度センサからの実際の機関速度は所望の機関速度と比較される。

【0014】好ましい実施例では単一の所望機関速度信号が使用され、機関ピーク馬力動作点に対応させている。しかしながら、複数の所望機関速度を使用し、考え

得る各絞リ（もしくはスロットル）設定もしくは絞リ設定範囲に対応させることもできる。もし実際の機関速度が所望の機関速度よりも小さければ、機関・ポンプアンダースピード制御装置は実際機関速度と所望機関速度との間の差を計算し、機関速度誤差を発生する。機関速度誤差はPIDアンダースピード制御装置30へ供給される。上述したようにPIDアンダースピード制御装置30の係数は、装置ダイナミックスの経験的測定から導出されており、比例、積分及び微分成分を含むことが好ましい。もし実際の機関速度が所望の機関速度より大きければ、実際の機関速度は所望の機関速度に等しくセッ10  
トされ、結果的にアンダースピード命令は0に等しくなる。従って、ポンプ吐出量が実際の機関速度によって影響されることはない。PIDアンダースピード制御装置30からのアンダースピード命令は、液圧制御装置32からの命令と組合わされて所望の斜板吐出量が求められる。好ましい実施例では液圧制御装置32は、制御レバーもしくは他の入力装置を通してオペレータが要求したポンプ吐出量を表す信号を発生する。実際には、液圧制御装置32からの信号は、要求された液圧流体の流量の合計を表している。

【0015】所望の斜板吐出量には、高圧断面マップ34から受信した信号が乗じられる。高圧遮断マップ34は、公知の型の低域通過雑音フィルタ38を通してポンプ吐出圧センサ36からの信号を受信する。高圧遮断マップ34は、ポンプ吐出圧にตอบสนองして0と1との間の出力を発生する。殆どの圧力の場合には出力は1であるが、もしポンプ吐出圧が所定の高圧レベルを超えれば出力は減少し始め、最終的には第2の所定の高圧レベルである0に到達する。これは装置回路内の安全弁を通して流体をポンプすることによるエネルギーの浪費を回避する。所望のポンプ吐出量と高圧遮断マップ出力とを乗じた積から、実際の斜板吐出量を減算することによって斜板誤差が決定される。実際のポンプ吐出量は、ポンプ吐出量センサ40からの信号にตอบสนองして決定され、低域通過雑音フィルタ41を含むことが好ましい。斜板誤差は、比例、積分及び微分成分を有するPID制御装置42へ供給される。もし所望のポンプ吐出量が所定の定数より小さければ、被積分関数初期状態を0に等しくセッ20  
トすると有利である。PID制御装置42は、機関アンダースピード状態を修正するのに必要な吐出量の適切な変化に対応する出力を供給する係数を含むことが好ましい。

【0016】PID制御装置42の出力は、ポンプフィードフォワード制御装置22からの出力と組合わされる。ポンプフィードフォワード制御装置22からの出力は、ポンプ吐出圧にตอบสนองして将来過荷重状態（液圧パワーが機関パワーを超える）を予測すると共に、荷重の急激な増加にตอบสนองしてブースト圧を増加させることを可能にする。ポンプフィードフォワード制御装置22は、ポ30

ンプ吐出圧センサ36、ブースト圧センサ44、及び周囲大気圧センサ45から入力を受ける、即ち多入力・単一出力制御アルゴリズムであることが好ましい。ポンプ吐出圧にตอบสนองするポンプフィードフォワード制御装置22が比例及び微分成分を含み、吐出圧が所定の率よりも大きい率で変化する場合に微分成分だけを適用するように構成すると有利である。ブースト圧にตอบสนองするポンプフィードフォワード制御装置22の部分が、同じような制御動作を含むと有利である。係数は、根軌跡及びボード設計方法を使用して経験的に生成したモデルから決定する。ポンプフィードフォワード制御装置22は、吐出圧の関数として制御弁50を駆動する。吐出圧が上昇し、ブースト圧が下降すると、フィードフォワードは機関に加わる荷重の増加を予測してポンプのストロークを迅速に減少させる。吐出量に作用する閉ループ制御は、過渡的な荷重変動が終了するとポンプを所望の吐出量へ戻すように動作する。

【0017】ポンプフィードフォワード制御装置22及びPID制御装置42の組合わされた出力を表す信号は弁変形装置46へ印加される。弁変形装置46は、ポンプ制御ハードウェアの安定状態動作のマップを含み、電気・液圧ポンプ制御装置の挙動を線形化するのに役立つ。即ち弁変形装置46はハードウェアのその他の利得変化を補償し、制御の安定性を維持するのに役立っているのである。弁変形装置46からの出力は弁駆動装置48へ印加される。弁駆動装置48はそれにตอบสนองして制御弁50の所望の運動に対応する電流レベルを有する信号を発生し、可変吐出量液圧ポンプ14の吐出量を変化させる。制御弁50は、公知の型のソレノイド作動圧力減少液圧弁である。好ましい実施例では、制御弁50及び液圧ポンプ14は、弁駆動装置48への信号が0である時にはポンプが最大吐出量位置になり、弁駆動装置48への信号が最大電流である時には流量が0であるように設計されている。図6に示す機関制御装置は、オペレータが所望の機関速度を入力できるようにする公知の型の絞リ52を含んでいる。好ましい実施例では、機関調速機58は、PIDガバナ60、回転力マップ62、スモークマップ64、機関フィードフォワード制御装置20、及びラックリミタ66を含む。PIDガバナ60は、絞リ52からの所望の機関速度と、機関速度センサ28からの信号によって指示される実際の機関速度とに30  
ตอบสนองして発生された機関速度誤差信号を受信する。PIDガバナ60は、この機関速度誤差信号にตอบสนองして噴射持続時間信号を発生し、この噴射持続時間信号は機関フィードフォワード制御装置20からの補足燃料信号と組合わされる。PIDガバナ60は、比例、積分及び微分成分を含むと有利である。係数は、機関速度の変化を補償するのに適切な噴射持続時間が得られるように経験的に決定される。

【0018】機関フィードフォワード制御装置20は、



機関速度誤差と、ポンプ吐出量センサ40及びポンプ吐出圧センサ36からの入力を受信することが好ましい。各入力パラメタ毎に機関フィードフォワード制御装置内に組入れられているPID制御装置は並列に接続され、それらの出力が合計されるようになっている。ポンプ吐出圧及び吐出量は過荷重状態を予測して機関ラグ特性を制御するために使用され、機関速度誤差は機関ラグ特性を制御するのに使用される。回転力マップ62は噴射持続時間対機関速度のルックアップテーブルを含み、機関速度に対する最大許容ラック設定を指示して最大回転力を超えないようにする。スモークマップ64は、吸気マニホールド圧と、大気圧及び機関速度信号を受信し、複数の機関速度における噴射持続時間対ブースト圧のルックアップテーブルを含む。所与のブースト圧及び機関速度に対応する噴射持続時間は、過大な特定排出物質を防ぐように選択される。ラックリミタ66は、受信した3つの噴射持続時間信号の中の小さいものを選択し、選択された信号を公知の型の燃料噴射制御装置68へ印加して内燃機関12内へ噴射される燃料の量を制御する。

【0019】動作を説明する。本発明は、建設機械の液圧動力ユニットを制御して、液圧動力要求が使用可能な機関の馬力を超えた時に機関の失速を阻止する。液圧動力ユニットは、内燃機関と、1もしくはそれ以上の可変吐出量液圧ポンプとを含む。制御は、機関速度アンダースhoot及び振動を減少させるために機関速度及びポンプ斜板吐出量を制御するのに使用される複数の動作パラメタを増加させることによって改善される。同様に、制御は、液圧動力が使用可能な機関馬力を超えるレベルに実際に到達する前に、液圧装置、特に機関調速機制御装置及びポンプ吐出量制御装置を応答せしめることによって改善される。改善された液圧装置は生産性を向上させ、機関及びポンプ制御装置を調整することによって排出物質及び燃料消費を低下させる。以上に本発明を主として液圧掘削機に関連して説明したが、本発明は殆どの機関及び液圧ポンプ配列において実現できることを理解されたい。同様に、本発明を1つの可変吐出量液圧ポンプだけに関連して説明したが、多くの建設機械、特に液圧掘削機は複数の可変吐出量液圧ポンプを含むのが普通であることを理解されたい。

【0020】本発明の他の面、目的、長所及び用途は添付図面、以上の説明、及び特許請求の範囲から明白である。

【図面の簡単な説明】

【図1】機関速度を時間に対して示すグラフである。

【図2】統合された機関及び液圧ポンプ制御装置の概要図である。

【図3】一般的な比例、積分、微分制御装置の概要図である。

【図4】ポンプ吐出量制御装置の一部の概要図である。

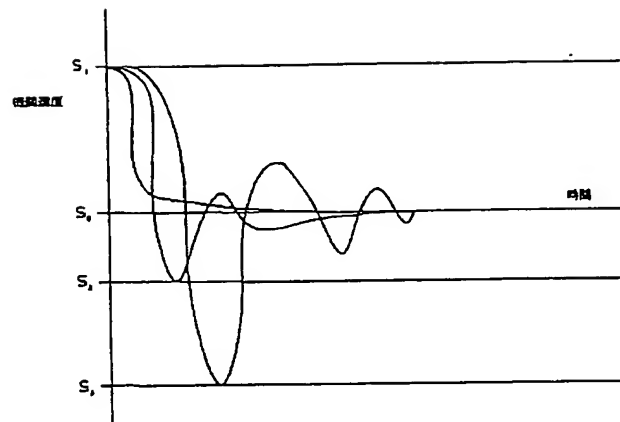
【図5】図4の続きである。

【図6】機関調速機制御装置の概要図である。

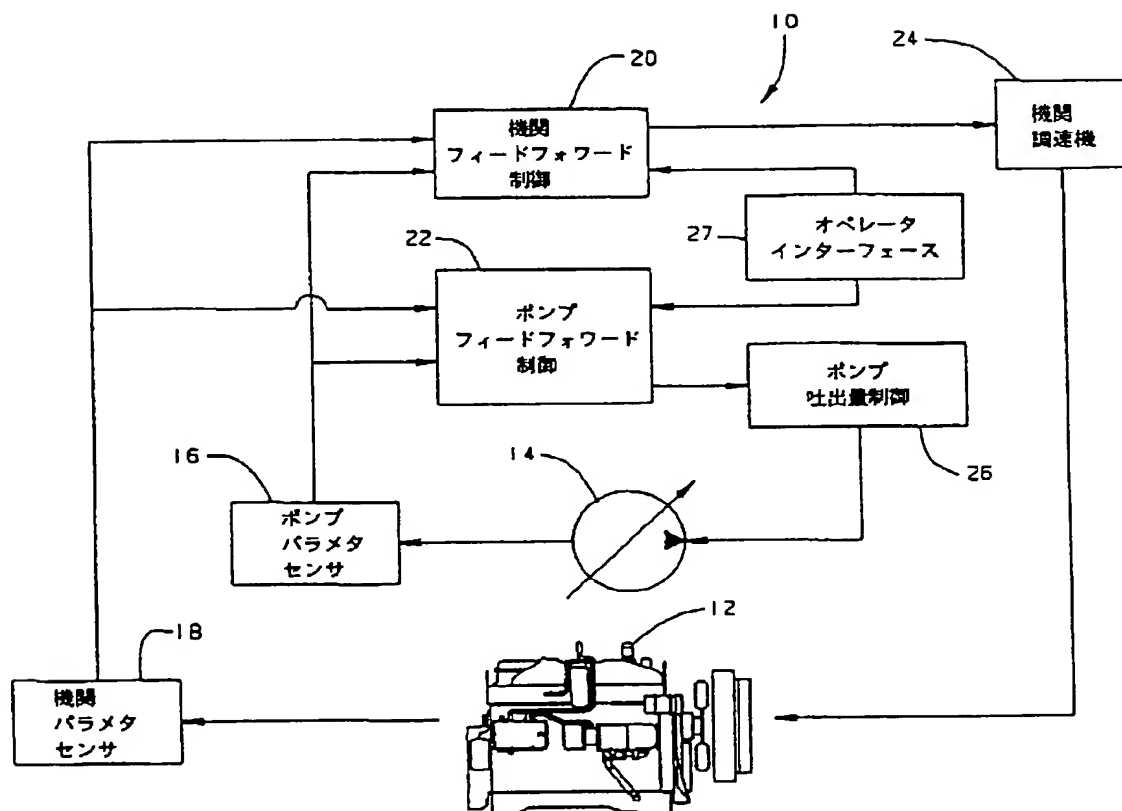
【符号の説明】

- 10 液圧パワー制御装置
- 12 内燃機関
- 14 可変吐出量ポンプ
- 16 ポンプパラメタセンサ
- 18 機関パラメタセンサ
- 20 機関フィードフォワード制御装置
- 22 ポンプフィードフォワード制御装置
- 24 機関調速機
- 26 ポンプ吐出量制御装置
- 27 オペレータインタフェース
- 28 機関速度センサ
- 30 PIDアンダースピード制御装置
- 32 液圧制御装置
- 34 高圧遮断マップ
- 36 ポンプ吐出圧センサ
- 38 雑音フィルタ
- 40 ポンプ吐出量センサ
- 41 雑音フィルタ
- 42 PID制御装置
- 44 ブースト圧センサ
- 45 大気圧センサ
- 46 弁変形装置
- 48 弁駆動装置
- 50 制御弁
- 52 絞り
- 58 機関調速機
- 60 PIDガバナ
- 62 回転力マップ
- 64 スモークマップ
- 66 ラックリミタ
- 68 燃料噴射制御装置

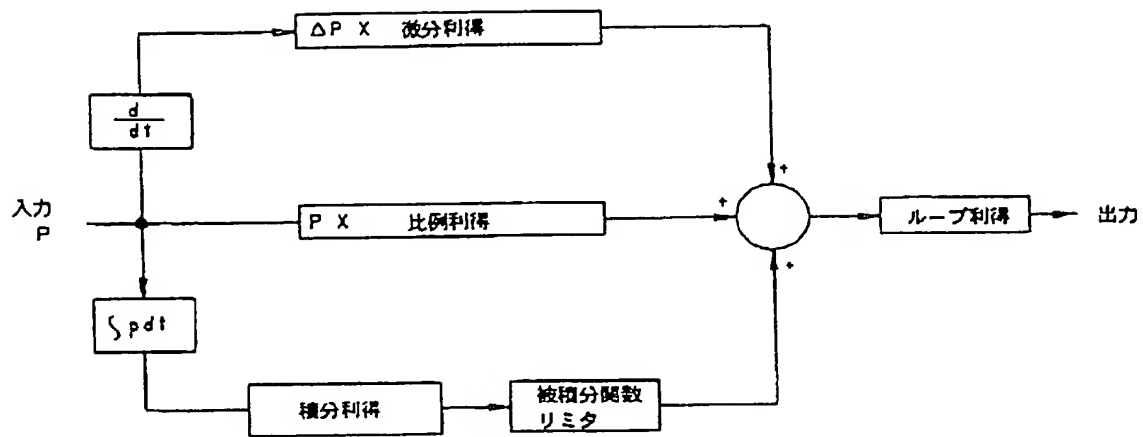
【図1】



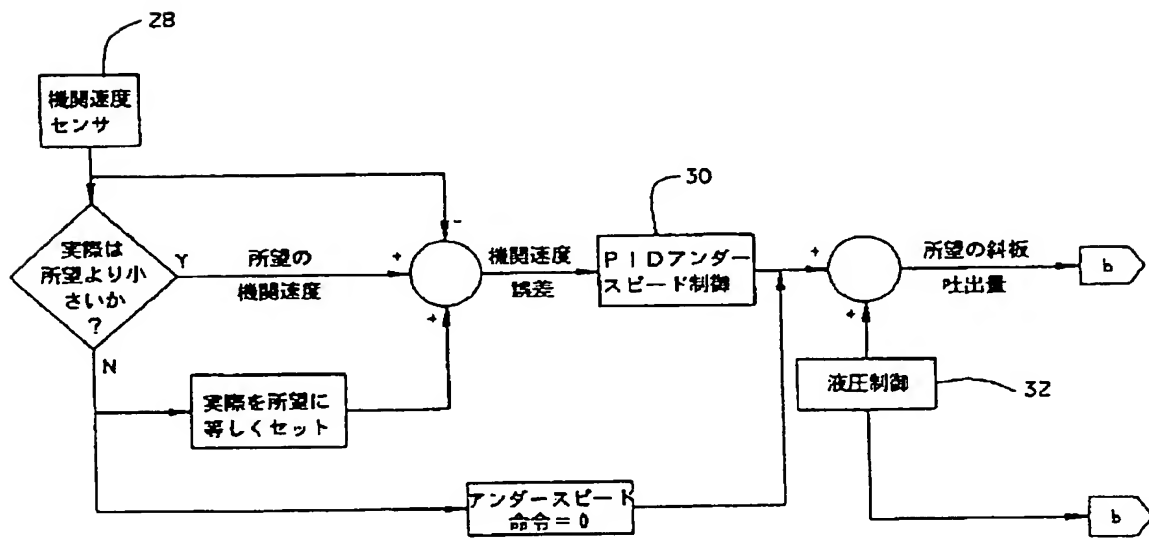
【図2】



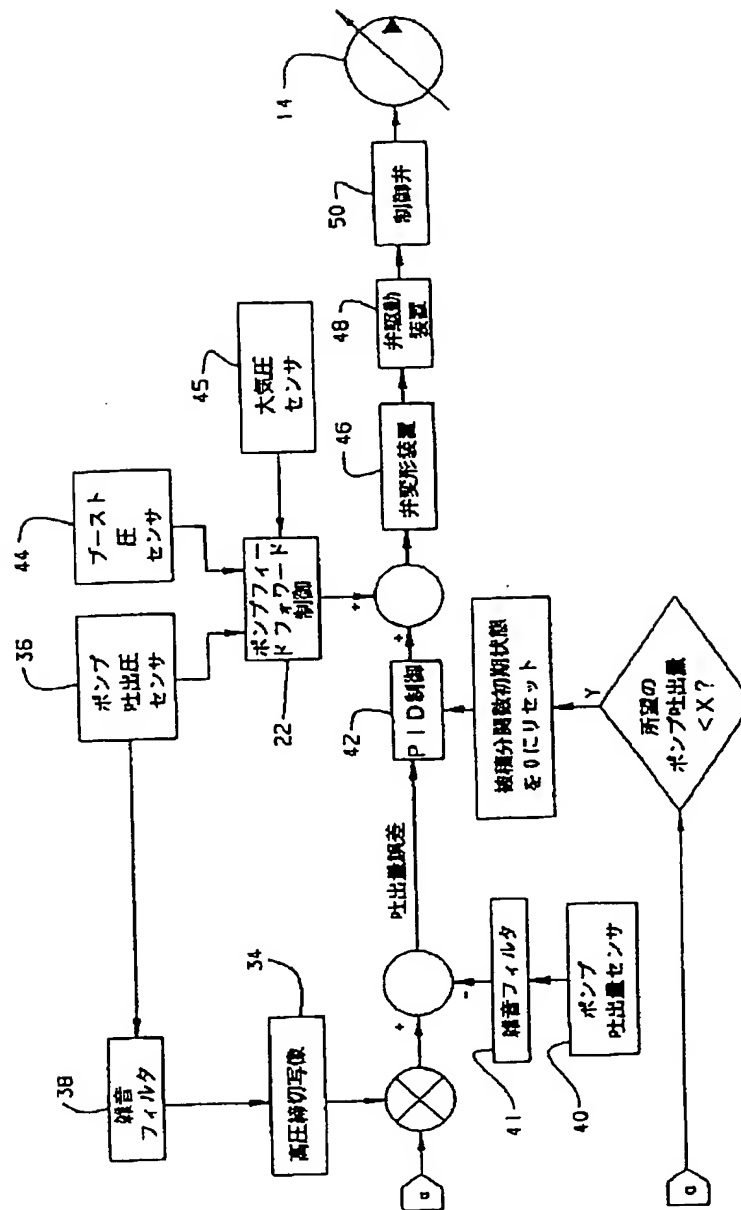
【図3】



【図4】



【図 5】



【図6】

